

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-16482

(43)公開日 平成8年(1996)1月19日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 F 12/16

G 1 1 C 16/06

識別記号

3 1 0 A 7623-5B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 C 17/ 00

3 0 9 F

5 3 0 B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 22 頁)

(21)出願番号

特願平6-147943

(22)出願日

平成6年(1994)6月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 阿知和 恭介

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会

社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 山本 彰

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会

社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 山形 博健

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 弁理士 富田 和子

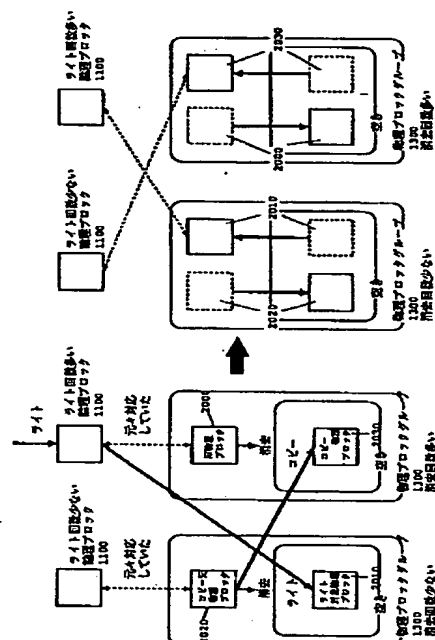
(54)【発明の名称】 フラッシュメモリを用いた記憶装置およびその記憶制御方法

(57)【要約】

【目的】セクタ単位で消去可能なフラッシュメモリを用いた記憶装置において、特定セクタにライトが集中しないようにし、装置寿命を延ばす。

【構成】ホストコンピュータ1010から見える論理ブロック1100と実際の物理ブロック1110の間でマッピングを行ない、論理ブロック1100のライト回数を管理情報として持つ。ライト回数が多く、今後ライトされる可能性が高いと思われる論理ブロック1100に、消去回数が多い物理ブロック1110が割り当てられていたときには、ライト回数の少ない論理ブロック1100に割り当てられている消去回数の少ない物理ブロック1110を探し、ライト回数が多く論理ブロック1100には消去回数が少ない物理ブロック1110を割り当て、ライト回数が少ない論理ブロック1100には消去回数が多い物理ブロック1110を割り当てるようにマッピングを変更する。

図10



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】上位装置から見たアクセス単位である論理ブロックを、フラッシュメモリの物理ブロックに割り当てる、フラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法であって、

論理ブロックへのライト処理の度に、各論理ブロック単位にそのライト回数（またはライト頻度）を計数管理し、

物理ブロックの消去処理の度に、各物理ブロック単位にその消去回数を計数管理し、

複数の論理ブロックを各々のライト回数（または頻度）により複数の論理ブロックグループに分類し、

複数の物理ブロックを各々の消去回数により複数の物理ブロックグループに分類し、

ライト回数の多い論理ブロックグループに属する論理ブロックへのライト処理に伴い当該論理ブロックを物理ブロックへ割り当てる際に、当該論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックグループに属する物理ブロックに割り当てることを特徴とするフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項2】各物理ブロックグループにいずれの論理ブロックにも割り当てられていない空き物理ブロックを少なくとも1つ用意しておき、前記論理ブロックへの物理ブロックの割り当ての際に、消去回数の少ない物理ブロックグループに属する空き物理ブロックを割り当てることを特徴とする、請求項1記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項3】前記空き物理ブロックの選択は、ライト回数の少ない論理ブロックグループに属する論理ブロックに割り当てられている消去回数の少ない物理ブロックを探しだし、該物理ブロックが属する物理ブロックグループと同グループに属する空き物理ブロックを目的の空き物理ブロックとすることを特徴とする、請求項2記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項4】前記消去回数の少ない物理ブロックの内容を、前記ライト回数の多い論理ブロックに割り当てられていた旧物理ブロックが属する物理ブロックグループと同グループに属する空き物理ブロックにコピーするとともに、該コピー元の物理ブロックを消去して空き物理ブロックとし、

コピー先の物理ブロックを、前記コピー元の物理ブロックが割り当てられていた論理ブロックへ新たに割り当て、

前記旧物理ブロックを消去して空き物理ブロックとすることを特徴とする請求項3記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項5】前記ライト回数の多い論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックへ割り当てる処理は、当該ライト回数の多い論理ブロックに対応する物理ブロックの消去回数が予め定めた数の倍数に達する毎に行ない、そ

れ以外の論理ブロックに対するライト処理時には、

論理ブロックの割り当てられていた旧物理ブロックが属する物理ブロックグループと同グループに属する空き物理ブロックに当該物理ブロックを割り当てるとともに、当該旧物理ブロックを消去して空き物理ブロックとすることを特徴とする請求項2、3または4記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項6】前記論理ブロックグループは、全論理ブロックのライト回数の平均の属する一定回数幅の中央グループと、該中央エリアの両側にそれぞれ少なくとも1つの側部グループとを有し、該グループ分けは、ライト処理毎に見直すことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の記憶装置の制御方法。

【請求項7】前記物理ブロックグループは、全物理ブロックの消去回数の平均の属する一定回数幅の中央グループと、該中央エリアの両側にそれぞれ少なくとも1つの側部グループとを有し、該グループ分けは、消去処理毎に見直すことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の記憶装置の制御方法。

【請求項8】上位装置から見たアクセス単位である論理ブロックを、フラッシュメモリの物理ブロックに割り当てる、フラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法であって、

個々の論理ブロックへのアクセス状況に基づいて、各論理ブロックに対する今後のライト回数（または頻度）の多寡を予測し、

物理ブロックの消去処理に伴って個々の物理ブロックの消去回数を管理し、

ライト回数が多いと予測される論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックに割り当てるとともに、ライト回数が少ないと予測される論理ブロックを消去回数の多い物理ブロックに割り当てることを特徴とするフラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法。

【請求項9】上位装置から見たアクセス単位である論理ブロックを、フラッシュメモリの物理ブロックに割り当てる、フラッシュメモリを用いた記憶装置であって、個別に消去可能な複数の物理ブロックを有するフラッシュメモリと、

該割り当て手段により割り当てられた論理ブロックと物理ブロックとの対応関係保持するテーブル手段と、個々の論理ブロックのライト回数（または頻度）を計数管理する手段と、

論理ブロックをライト回数に基づいて複数のグループに分類する手段と、

論理ブロックへ割り当てられていた物理ブロックを空き物理ブロックとする際に、当該物理ブロックの消去処理を行なう消去手段と、

個々の物理ブロックの消去回数を計数管理する手段と、物理ブロックを消去回数に基づいて複数のグループに分類する手段と、

個々の論理ブロックを物理ブロックに割り当てる割り当て制御手段と、

いずれの論理ブロックにも割り当てられていない空き物理ブロックを管理する手段とを備え、

前記割り当て制御手段は、適宜、ライト回数が多い論理ブロックグループに属する論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックグループに属する空き物理ブロックに割り当てるとともに、ライト回数が少ない論理ブロックグループに属する論理ブロックを消去回数の多い論理ブロックグループに属する空き物理ブロックに割り当てる交換処理を行なうことを特徴とする、フラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 10】前記割り当て制御手段は、通常のライト処理においては、ライト対象の論理ブロックに割り当てられていた物理ブロック（以下、旧物理ブロックという）が属する物理ブロックグループと同グループに属する空き物理ブロックに対して、当該ライト対象の論理ブロックを割り当て、前記旧物理ブロックを空き物理ブロックとし、

予め定めた条件が満たされたとき、前記交換処理を行なうことを特徴とする請求項 9 記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 11】前記交換処理では、ライト回数の少ない論理ブロックに割り当てられていた物理ブロックの内容を前記旧物理ブロックが属する物理ブロックグループと同グループに属する空き物理ブロックにコピーするとともに、前記旧物理ブロックを空き物理ブロックとすることを特徴とする請求項 10 記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 12】論理ブロックと物理ブロックのブロックサイズは同一であることを特徴とする請求項 9～11 のいずれかに記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 13】論理ブロックのブロックサイズは物理ブロックのブロックサイズの複数倍であり、論理ブロックの内容を圧縮し、かつ該圧縮されたデータを伸長する圧縮伸長手段をさらに備え、1つの論理ブロックは、その圧縮の度合いに応じて 1 ないし複数の物理ブロックに割り当てられることを特徴とする請求項 9～11 のいずれかに記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 14】各物理ブロックグループ毎に、当該グループに属する物理ブロックをその割り当てられている論理ブロックの論理ブロックグループ単位に別々に連結した物理ブロックのキューを構成する手段と、該キューの先頭を指示するグループテーブル手段とを備え、前記割り当て制御手段は、該グループテーブル手段を参照して前記交換処理を行なうことを特徴とする請求項 9～13 のいずれかに記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 15】前記グループテーブル手段は、各物理ブロックグループ毎に、当該グループに属する空き物理ブ

ロックをも管理することを特徴とする請求項 14 記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【請求項 16】前記予め定めた条件は、ライト回数の多い論理ブロックグループに属する論理ブロックに対するライト要求があった場合に、ライト対象となった空き物理ブロックの消去回数が予め定めた数の倍数となったときであることを特徴とする請求項 10 記載のフラッシュメモリを用いた記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フラッシュメモリを用いた記憶装置に係り、特に装置寿命と応答性能を重視した記憶装置に関する。

【0002】

15 【従来の技術】フラッシュメモリはリードオンリメモリ（ROM）のように不揮発性でありながら、リードだけでなく、ランダムアクセスメモリ（RAM）のようにライトも可能な半導体メモリである。

20 【0003】しかし、フラッシュメモリには、スタティック RAM（SRAM）やダイナミック AM（DRAM）には無い、以下のような制限がある。

【0004】（1）消去の単位がビットやバイトでなく、セクタあるいはチップであること、（2）消去回数の制限があること、（3）消去及び書き込みに数ミリ秒

25 かかること。
【0005】特開平 5-27924 号公報において、フラッシュメモリの制限の上記（2）と（3）の解決を試みる、以下に示すような方法が開示されている。

【0006】ただし、後述する本発明実施例ではセクタ単位で消去できるフラッシュメモリを想定しているため、この従来技術においてもセクタ単位の消去を前提とした部分のみを説明する。

30 【0007】まず、ホストコンピュータの指定する論理アドレスと半導体の物理アドレスとをマッピングによりアドレス指定する。

【0008】そして、ライトコマンドに先だって消去コマンドがあったときには、そのセクタ内のデータを無効とし、消去を開始する。消去はバックグラウンドで処理される。

40 【0009】また、ライトコマンドがあったときには、あらかじめ、全ての空きセクタの中から消去回数を考慮して選んでおいた、ライト対象のセクタにライトする。

【0010】なお、特開平 5-241741 号公報に記載の従来技術においては、この種のフラッシュメモリ制御方法が開示されているが、セクタ単位の消去を想定していない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、消去コマンドの来ないセクタはいつまでも消去されないため、消去回数にばらつきが生じるという問題があった。

また、アクセス状況を考慮しておらず、消去回数の多いセクタに、今後ライトされる可能性の高い論理アドレスを割り当ててしまうことがあり、これによってもセクタにより消去回数にばらつきが生じ、その結果、フラッシュメモリを用いた記憶装置全体として寿命が短くなるという問題点があった。

【0012】さらに、上記従来技術では、ライト対象セクタを決めるのに、多くのセクタの消去回数を判定する必要があるため、時間がかかるという問題があった。

【0013】本発明の第1の目的は、1ないし数セクタで構成される物理ブロック間で消去回数がありばつかなないようにする、セクタ単位での消去が可能なフラッシュメモリを用いた、記憶装置システムを提供することである。

【0014】本発明の第2の目的は、今後のアクセス状況を考慮して、論理ブロックに割り当てべき物理ブロックを決定する、セクタ単位での消去が可能なフラッシュメモリを用いた記憶装置システムを提供することである。

【0015】本発明の第3の目的は、ライト対象の物理ブロック検索を高速に検索する、セクタ単位での消去が可能なフラッシュメモリを用いた記憶装置システムを提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による制御方法は、上位装置から見たアクセス単位である論理ブロックを、フラッシュメモリの物理ブロックに割り当て、フラッシュメモリを用いた記憶装置の制御方法であって、論理ブロックへのライト処理の度に、各論理ブロック単位にそのライト回数（またはライト頻度）を計数管理し、物理ブロックの消去処理の度に、各物理ブロック単位にその消去回数を計数管理し、複数の論理ブロックを各々のライト回数（または頻度）により複数の論理ブロックグループに分類し、複数の物理ブロックを各々の消去回数により複数の物理ブロックグループに分類し、ライト回数の多い論理ブロックグループに属する論理ブロックへのライト処理に伴い当該論理ブロックを物理ブロックへ割り当てるときに、当該論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックグループに属する物理ブロックに割り当てるようにしたものである。

【0017】また、本発明による記憶装置は、上位装置から見たアクセス単位である論理ブロックを、フラッシュメモリの物理ブロックに割り当て、フラッシュメモリを用いた記憶装置であって、個別に消去可能な複数の物理ブロックを有するフラッシュメモリと、該割り当て手段により割り当てられた論理ブロックと物理ブロックとの対応関係を保持するテーブル手段と、個々の論理ブロックのライト回数（または頻度）を計数管理する手段と、論理ブロックをライト回数に基づいて複数のグルー

プに分類する手段と、論理ブロックへ割り当てられていた物理ブロックを空き物理ブロックとする際に、当該物理ブロックの消去処理を行なう消去手段と、個々の物理ブロックの消去回数を計数管理する手段と、物理ブロックを消去回数に基づいて複数のグループに分類する手段と、個々の論理ブロックを物理ブロックに割り当てる割り当て制御手段と、いずれの論理ブロックにも割り当てられていない空き物理ブロックを管理する手段とを備え、前記割り当て制御手段は、適宜、ライト回数が多い論理ブロックグループに属する論理ブロックを消去回数の少ない物理ブロックグループに属する空き物理ブロックに割り当てるとともに、ライト回数が少ない論理ブロックグループに属する論理ブロックを消去回数の多い物理ブロックグループに属する空き物理ブロックに割り当てる交換処理を行なうことを特徴とするものである。

【0018】

【作用】ライト回数（または頻度）の多い論理ブロックと消去回数の多い物理ブロックが対応しているときに、ライト回数の少ない論理ブロックと消去回数の少ない物理ブロックの対応関係があれば、割り当て（マッピング）の関係を見直し、ライト回数の多い論理ブロックには消去回数の少ない物理ブロックを割り当て、ライト回数の少ない論理ブロックには消去回数の多い物理ブロックを割り当てることによって、各物理ブロック間の消去回数のばらつきをできるだけ抑えることができる。

【0019】これによって、フラッシュメモリを用いた記憶装置全体の寿命を延ばすことが可能となる。

【0020】また、所属する物理ブロックグループ毎に、かつ対応する論理ブロックグループ毎に物理ブロックのキューを指示するグループテーブル手段の採用により、交換処理（後述する実施例では、交換ライト処理）の際、必要な情報を迅速に獲得することにより割り当て対象の物理ブロック検索を高速に行なうことができる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例につき、図面により詳細に説明する。

【0022】図1は本発明の第1の実施例に係る記憶装置システム1000の構成を示す。

【0023】記憶装置システム1000は、ホストコンピュータ1010とデータの受渡しを行なうホストインターフェース1020、中央処理装置（CPU）1050、制御プログラムを入れておくROM1040、テーブルを置いておきデータのバッファとしても機能するRAM1030、データを格納するフラッシュメモリ1060より構成される。

【0024】図2は、本記憶装置システム1000において、ホストコンピュータ1010から見える論理ブロック空間と、実際のフラッシュメモリの物理ブロック空間の対応関係を示している。物理ブロック空間は、論理ブロック1100と1対1で対応している通常の物理ブ

ロック1110と、対応する論理ブロック1100が存在しない空き物理ブロック1120から構成される。論理ブロック1100と物理ブロック1110は後述する論理ブロックテーブル1400で対応付けし、全ての論理ブロック1100には対応する物理ブロック1110が存在する。各物理ブロック1110は消去回数で分類され、物理ブロックグループを構成する。なお、1物理ブロックは、1ないし数セクタから構成される。

【0025】図3は物理ブロックグループ1200（1210～1270）の概念図である。横軸は物理ブロック1110の消去回数を示し、縦軸はグループに属する物理ブロック1110の個数を示している。数値mは、 $m \leq \text{平均消去回数} < m+1000$ を満たす1000の倍数であり、このmを基準の消去回数として物理ブロック1110のグループ分けを行なう。すなわち、消去回数が0～m-2001の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループA1210とし、消去回数がm-2000～m-1001の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループB1220、消去回数がm-1000～m-1の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループC1230、消去回数がm～m+999の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループD1240、消去回数がm+1000～m+1999の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループE1250、消去回数がm+2000～m+2999の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループF1260、消去回数がm+3000以上の物理ブロック1110群をまとめて物理ブロックグループG1270としている。mの定義より、平均の消去回数は物理ブロックグループD1240に含まれる。

【0026】ところで、本実施例において、フラッシュメモリ1060の消去回数の限界を例えば100万回とする。このとき、物理ブロック1110の消去回数は0～999999回の値を取り得る。この、消去回数の範囲を1000回単位で分割したものを、消去回数グループ1280とする。物理ブロックグループB1220～F1260にはそれぞれ一対一対応する連続した消去回数グループ1280が存在する。そして、一つの消去回数グループ1280に、一つの空き物理ブロック1120を用意する。

【0027】なお、本実施例では、物理ブロックグループB1220～F1260までの各グループ、及び消去回数グループ1280の消去回数の範囲を一律1000回としたが、この値を変更しても本発明を適用可能である。また、物理ブロックグループ1200のグループ数は必ずしもAからGの7個に限定するものではない。また、消去回数グループ1280に対して、2個以上の空き物理ブロック1120を割り当てるようにしてもよい。この場合、ホストコンピュータ1010から2プロ

ック以上のサイズのライトがあったときに、用意した空き物理ブロック1120の個数分は消去せずに続けてライトすることができる。

【0028】物理ブロック1110と同様に、各論理ブロック1100はライト回数で分類され、論理ブロックグループを構成する。

【0029】図4は論理ブロックグループ1300（1310～1370）の概念図である。横軸は論理ブロック1100のライト回数を示し、縦軸はグループに属する論理ブロック1100の個数を示している。数値nは、 $n \leq \text{平均ライト回数} < n+1000$ を満たす1000の倍数であり、このnを基準のライト回数として、グループ分けする。すなわち、ライト回数が0～n-2001の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループA1310とし、ライト回数がn-2000～n-1001の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループB1320、ライト回数がn-1000～n-1の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループC1330、ライト回数がn～n+999の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループD1340、ライト回数がn+1000～n+1999の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループE1350、ライト回数がn+2000～n+2999の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループF1360、ライト回数がn+3000以上の論理ブロック1100群をまとめて論理ブロックグループG1370としている。nの定義より、平均のライト回数は論理ブロックグループD1340に含まれる。

【0030】本実施例では、論理ブロックグループB1320～F1260までの各グループのライト回数の範囲を一律1000回としたが、この値を変更しても本発明を適用可能である。また、グループの数を変更しても本発明を適用可能である。

【0031】図5は論理ブロック1100と物理ブロック1110を対応させる論理ブロックテーブル1400を示す。論理ブロックテーブル1400は各論理ブロック1100毎にエントリを持つ。論理ブロックテーブルエントリ1410は、対応する物理ブロック番号1420、およびその論理ブロックへのライト回数1430の情報を持つ。

【0032】図6は物理ブロックテーブル1500であり、物理ブロック1110毎にエントリをもっている。物理ブロックテーブルエントリ1510は、その物理ブロックが空きかどうかを示す空きフラグ1520と、その物理ブロックの消去回数1530と、後述するグループキュー1800の実体である前方ポインタ1540と後方ポインタ1550からなる。本実施例においては簡単のために、前方ポインタ1540や後方ポインタ1550には、直接の物理ブロック1110へのポインタを

格納せず、物理ブロック番号を格納する。もちろん、直接の物理ブロック1110へのポインタを格納してもよい。

【0033】論理ブロック1100に対応する物理ブロック1110は、前述のように物理ブロックグループ1200で分類されており、更に、対応する論理ブロック1100の論理ブロックグループ1300毎に分けてキュー管理する。このキューをグループキュー1800と呼ぶ。空き物理ブロック1120は各消去回数グループ1280毎に1つずつ用意され、空き物理ブロックテーブル1600で管理される。

【0034】図7に、空き物理ブロックテーブル1600、グループキュー1800、及びそれを管理するグループテーブル1620を示している。このグループテーブル1620を備えることにより、後述するように、特に交換ライト処理におけるコピー元物理ブロック（およびライト対象物理ブロック）の検索を迅速に行なうことが可能となる。

【0035】空き物理ブロックテーブル1600は、消去回数グループ1280の個数分のエントリ1610を持ち、その各エントリ1610にはその消去回数グループ1280に属する空き物理ブロック1120の物理ブロック番号が書かれている。（前にも述べたように、本実施例においては、全ての消去回数グループ1280は常に少なくとも一つの空き物理ブロックを持つ。）グループキュー1800の実体は物理ブロックテーブル1500にある前方ポインタ1540と後方ポインタ1550であり、双方向連結リストを構成している。グループテーブル1620は物理ブロックグループ1200毎にエントリを持つ。各エントリは、論理ブロックグループA1310に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1710、論理ブロックグループB1320に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1720、論理ブロックグループC1330に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1730、論理ブロックグループD1340に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1740、論理ブロックグループE1350に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1750、論理ブロックグループF1360に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1760、論理ブロックグループG1370に属する論理ブロック1100に対応している物理ブロック1110のキューエントリ1770を持つ。各キューエントリにはキューの先頭位置の物理ブロック番号が格納されている。（なお、図示の都合上、参照番号1720～1760は図示していない。）

これらのテーブルは記憶装置システム1000の使用時にはRAM1030に置かれているが、RAM1030は電源オフにすると内容が消えてしまうため、システム停止時に、図26に示すように、フラッシュメモリ1060上のテーブル格納領域1062に格納してテーブルが消えないようにし、電源オン時にフラッシュメモリ1060からRAM1030に読み出すようにする。

【0036】次に、図8を用いて、本記憶装置システム1000におけるリード処理について説明する。

【0037】まず、ステップ1900において、CPU1050はリード要求のあった論理ブロック1100に対応する、リード対象の物理ブロック1110を、論理ブロックテーブル1400の対応するエントリを見ることによって決定する。ついで、ステップ1910において、CPU1050はそのリード対象の物理ブロック1110をRAM1030にリードする。最後に、ステップ1920において、ホストインターフェース1020はRAM1030上にリードしたデータをホストコンピュータ1010に転送する。

【0038】ライト処理はかなり複雑であるため、まず、図9と図10を用いて、ライト処理の概念を説明する。

【0039】フラッシュメモリ1060には消去回数に制限があることと、消去にミリ秒オーダー、あるいはそれ以上の時間がかかるという欠点があり、本記憶装置システム1000のライト処理ではこれらの欠点の克服を目的とした処理を行っている。

【0040】すなわち、本実施例におけるライト処理には、通常ライト処理と交換ライト処理の2種類がある。

「通常ライト処理」は文字通り、通常行われるライト処理であり、消去時間の隠ぺいと、論理ブロック1100のライト回数と物理ブロック1110の消去回数のバランスを崩さないことを目的としている。論理ブロック1100のライト回数と物理ブロック1110の消去回数のバランスを崩さないこととは、具体的には、図9の左側に示すように、ライトの対象となった論理ブロック1100に元々対応していた物理ブロック1110と同一消去回数グループ1280（＝同一物理ブロックグループ1300）に属する空き物理ブロック2010を新たに割り当て、そこにデータをライトすることにより、ライトの前後で、論理ブロック1100に対応する物理ブロック1110の消去回数あまり変化しないようにすることである。この意義については後述する。新たに割り当てられた物理ブロック2010は、空き物理ブロックテーブル1600から除外されるとともに、新たに、論理ブロックテーブル1400に登録される。一方、元々対応していた物理ブロック（旧物理ブロック2000）のデータは消去され、空き物理ブロックとして空き物理ブロックテーブル1600の該当するエントリに登録される。物理ブロックテーブル1500の該当エ

ントリの内容も更新される。この通常ライト処理完了後の論理-物理のブロック対応およびブロックグループ内の様子は図9の右側に示すとおりとなる。

【0041】ライト回数が多い論理ブロック1100は、今後、ライトが来る可能性が比較的高いと思われるため、「通常ライト処理」を行なって論理ブロック1100のライト回数と物理ブロック1110の消去回数のバランスを崩さないようにしていると、次第に、消去回数の多い物理ブロック1110と少ない物理ブロック1110に分かれてくる。そこで、以下で説明する交換ライト処理により、物理ブロック1110の消去回数の平準化をする必要がある。

【0042】「交換ライト処理」は平均と較べて消去回数が多い物理ブロック1110へライトが行われるとき（かつ、後述する例では、ライト対象物理ブロックの消去回数が1000の倍数となるとき）に発生し、消去時間の隠べいの他に、以下の2点を目的としている。

【0043】（1）今後ライトが来る可能性の高い（ライト回数が多い）論理ブロック1100に消去回数の少ない物理ブロック1110を割り当てる。

【0044】（2）今後ライトが来る可能性の低い（ライト回数が少ない）論理ブロック1100に消去回数の多い物理ブロック1110を割り当てる。

【0045】交換ライト処理は、図10の左側に示すように、消去回数の多い物理ブロック1110（旧物理ブロック2000）に対応しているライト回数の多い論理ブロック1100へライト要求が来たときに発生する。このとき、ライト回数の少ない論理ブロック1100に対応している消去回数の少ない物理ブロック1110

（以下、コピー元物理ブロック2020）を探し、コピー元物理ブロック2020と同一消去回数グループ1280に属する空き物理ブロック1120をライト対象物理ブロック2010としてここにライトデータを書き込む。そして、コピー元物理ブロック2020に書かれているデータを、旧物理ブロック2000と同一消去回数グループ1280に属する空き物理ブロック1120

（コピー対象物理ブロック2030）にコピーする。最後にコピー元物理ブロック2020と旧物理ブロック2000を消去して、交換ライト処理は完了する。詳述しないが、これらの処理に伴い、各テーブルの内容が更新される。交換ライト処理完了後の論理-物理のブロック対応および各ブロックグループ内の様子は図10の右側に示すとおりとなる。

【0046】このような交換ライト処理を行なうことにより、ライト回数の多い論理ブロック1100には消去回数の少ない論理ブロック1100が対応し、他方、ライト回数の少ない論理ブロック1100には消去回数の多い論理ブロック1100が対応することになる。したがって、交換ライト処理により、極端に消去回数の多い物理ブロック1110や消去回数の少ない物理ブロック

1110を無くし、物理ブロックの消去回数の平準化を行なうことができる。

【0047】次に、図11～図17を用いて具体的にライト処理について説明する。

05 【0048】図11はライト処理のメインフローチャートである。

【0049】まず、ステップ2100でホストインターフェース1020はホストコンピュータ1010からのライトデータをRAM1030に格納する。後述する物理ブロックグループ構成変更処理を行う（ステップ2110）。後述する論理ブロックグループ構成変更処理を行う（ステップ2120）。CPU1050は、論理ブロックテーブル1400を調べ、ライト対象の論理ブロック1100に対応する物理ブロック1110を見つけ、それを旧物理ブロック2000とする（ステップ2130）。後述する論理ブロックグループ移動処理を行う（ステップ2140）。後述する物理ブロックグループ移動処理を行う（ステップ2150）。旧物理ブロック2000と同一消去回数グループ1280に属する空き物理ブロック1120をライト対象物理ブロック2010とする（ステップ2160）。ステップ2170でCPU1050は、物理ブロックテーブル1500の消去回数1530の項を調べて、ライト対象物理ブロック2010が物理ブロックグループF1260かG1270に含まれているかどうかを判定し、含まれていない場合には、ステップ2200において、後述する通常ライト処理を行う。含まれている場合には、更にCPU1050はステップ2180において、ライト対象物理ブロック2010の消去回数が1000の倍数かどうかを判定する。1000の倍数であった場合には、ステップ2190において、後述する交換ライト処理を行い、1000の倍数でなかった場合にはステップ2200で通常ライト処理を行う。

35 【0050】なお、ステップ2180において、本実施例では値1000を用いたが、本発明はこの値に限定されるものではない。

【0051】次に、物理ブロックグループ構成変更処理について説明する。

【0052】物理ブロック1110の平均の消去回数は必ず物理ブロックグループD1240に属するように物理ブロックグループ1200を定義しているため、平均の消去回数が増加して物理ブロックグループE1250に属するようになったとき、物理ブロックグループ1200の構成を見直し、そのとき物理ブロックグループE1250だった物理ブロック1110を物理ブロックグループD1240にする必要がある。同様に、物理ブロックグループA1210と物理ブロックグループB1220は物理ブロックグループAに、物理ブロックグループC1230は物理ブロックグループB1220に、物理ブロックグループD1240は物理ブロックグループ

C1230に、物理ブロックグループF1260は物理ブロックグループE1250に移動する。また、物理ブロックグループG1270は消去回数によって、物理ブロックグループF1260と物理ブロックグループG1270に分割する。

【0053】図12はこのような物理ブロックグループ構成変更処理のフローチャートを示す。これは、ライト処理の一部（図11のステップ2110）として行われる。

【0054】まず、ステップ2300において、全消去回数に1を加え、平均の消去回数を算出する。次に、ステップ2310において、平均の消去回数（図3参照）が物理ブロックグループD1240の範囲を越えたかどうかを判定し、越えていなければそのまま図12の処理から抜ける。越えていれば、ステップ2320において、グループテーブル1620を書き直し、物理ブロックグループB1220に属する物理ブロック1110が全て物理ブロックグループA1210に属するように、グループキュー1800をつなぎかえる。このとき、物理ブロック1110に対応する論理ブロック1100のライト回数を考慮して、対応する論理ブロックグループ1300や空き物理ブロック1120のグループキュー1800につなぐ必要がある。同様に、物理ブロックグループC1230に属する物理ブロック1110を物理ブロックグループB1220に属するように、物理ブロックグループD1240に属する物理ブロック1110を物理ブロックグループC1230に属するように、物理ブロックグループE1250に属する物理ブロック1110を物理ブロックグループD1240に属するように、物理ブロックグループF1260に属する物理ブロック1110を物理ブロックグループE1250に属するように、それぞれ、グループキュー1800をつなぎかえる（ステップ2330）。物理ブロックグループG1270については、このグループに属する物理ブロック1110のうち、 $m \leq \text{平均消去回数} < m + 1000$ かつ、 m は1000の倍数を満たす m を基準の消去回数として、消去回数が $m + 2000 \sim m + 2999$ の物理ブロック1110を物理ブロックグループF1260に属するように、グループキュー1800をつなぎかえる（ステップ2340）。すなわち、物理ブロックグループGの物理ブロックをその消去回数に応じて、物理ブロックグループFとGの2つのグループに分ける。

【0055】次に、論理ブロックグループ構成変更処理について説明する。論理ブロック1100の平均のライト回数は必ず論理ブロックグループD1340に属するように定義しているため、平均のライト回数が増加して論理ブロックグループE1350に属するようになったとき、論理ブロックグループ1300の構成を見直し、そのとき論理ブロックグループE1350だった論理ブロック1100を論理ブロックグループD1340にす

る必要がある。同様に、論理ブロックグループA1310と論理ブロックグループB1320は論理ブロックグループA1310に、論理ブロックグループC1330は論理ブロックグループB1320に、論理ブロックグループD1340は論理ブロックグループC1330に、論理ブロックグループF1360は論理ブロックグループE1350に移動する。また、論理ブロックグループG1370ライト回数によって、論理ブロックグループF1360と論理ブロックグループG1370に分割する。

【0056】図13は、このような論理ブロックグループ構成変更処理のフローチャートを示す。これは、ライト処理の一部（図11のステップ2110）として行われる。

【0057】まず、ステップ2400において、全ライト回数に1を加え、平均のライト回数を算出する。次に、ステップ2410において、平均のライト回数が論理ブロックグループD1340の範囲を越えたかどうかを判定し、越えていなければそのまま抜ける。越えていれば、ステップ2420において、グループテーブル1620を書き直し、論理ブロックグループB1320に属する論理ブロック1100が全て論理ブロックグループA1310に属するように、グループキュー1800をつなぎかえる。このとき、論理ブロック1100に対応する物理ブロック1110の消去回数を考慮して、対応する物理ブロックグループ1200のグループキュー1800につなぐ必要がある。同様に、論理ブロックグループC1330に属する論理ブロック1100を論理ブロックグループB1320に属するように、論理ブロックグループD1340に属する論理ブロック1100を論理ブロックグループC1330に属するように、論理ブロックグループE1350に属する論理ブロック1100を論理ブロックグループD1340に属するように、論理ブロックグループF1360に属する論理ブロック1100を論理ブロックグループE1350に属するように、グループキュー1800をつなぎかえる（ステップ2430）。

【0058】論理ブロックグループG1370については、このグループに属する論理ブロック1100のうち、 $n \leq \text{平均ライト回数} < n + 1000$ かつ、 n は1000の倍数を満たす n を基準のライト回数として、ライト回数が $n + 2000 \sim n + 2999$ の論理ブロック1100を論理ブロックグループFに属するように、グループキュー1800をつなぎかえる（ステップ2440）。

【0059】次に、図14を用いて論理ブロックグループ移動処理について説明する。これはライト処理の一部（図11のステップ2140）として行われる。

【0060】まず、ステップ2500において、ライト対象論理ブロック1100のライト回数に1を加える。

次に、ステップ2510において、ライト対象論理ブロック1100のライト回数がそれまで属していた論理ブロックグループ1300の範囲を超え、論理ブロックグループ1300間移動が必要であるかどうかを判定する。必要なければそのまま終了する。移動の必要があれば、ステップ2520において、ライトのあった論理ブロック1100に対応していた旧物理ブロック2000をグループキュー1800から外す。ステップ2530において、旧物理ブロック2000を同一物理ブロックグループ1200内の移動先論理ブロックグループ1300のグループキュー1800につなぐ。

【0061】次に、図15を用いて物理ブロックグループ移動処理について説明する。これはライト処理の一部（図11のステップ2150）として行われる。

【0062】まず、ステップ2600において、ライト対象論理ブロック1100に対応している旧物理ブロック2000の消去回数に1を加える。次に、ステップ2610において、旧物理ブロック2000の消去回数がそれまで属していた物理ブロックグループ1200の範囲を超え、物理ブロックグループ1200間移動が必要であるかどうかを判定する。必要なければそのまま終了する。移動の必要があれば、ステップ2620において、旧物理ブロック2000をグループキュー1800から外す。ステップ2630において、旧物理ブロック2000を同一論理ブロックグループ1300内の移動先物理ブロックグループ1200のグループキュー1800につなぐ。

【0063】図16は通常ライト処理のフローチャートである。これは図11のステップ2200に対応する。

【0064】まず、ステップ2700において、RAM1030上のライトデータをライト対象物理ブロック2010にライトする。次に、ライト対象物理ブロック2010をグループキュー1800から外し（ステップ2710）、空き物理ブロックテーブル1600の、ライト対象物理ブロック2010の属する消去回数グループ1280のエントリをクリアする（ステップ2720）。そして、旧物理ブロック2000をグループキュー1800から外す（ステップ2730）。ここで、ホストコンピュータ1010にコマンド完了を報告し（ステップ2740）、あとはバックグラウンドで行う。旧物理ブロック2000を消去する（ステップ2750）。空き物理ブロックテーブル1600の、ステップ2720でクリアしたエントリに、旧物理ブロック2000の番号をセットする（ステップ2760）。

【0065】図17は交換ライト処理のフローチャートである。これは図11のステップ2190に対応する。

【0066】まず、ステップ2810において、グループテーブル1620（図7）を見て、ライト回数の少ない論理ブロック1100に対応している消去回数の少ない物理ブロック1110を探し、これをコピー元物理ブ

ロック2020とする。このコピー元物理ブロック2020を見つける具体的な方法は、以下の通りである。

【0067】（1）グループテーブルの物理ブロックグループAのグループエントリの論理ブロックグループAのグループキューから、論理ブロックグループB→C→Dのグループキュー1800を順番に探し、最初に見つかった物理ブロック1110とそれに対応している論理ブロック1100を選択する。なければ、（2）を行なう。

【0068】（2）グループテーブルの物理ブロックグループBのグループエントリの論理ブロックグループAのグループキューから、論理ブロックグループB→C→Dのグループキュー1800を順番に探し、最初に見つかった物理ブロック1110とそれに対応している論理ブロック1100を選択する。なければ、（3）を行なう。

【0069】（3）グループテーブルの物理ブロックグループCのグループエントリの論理ブロックグループAのグループキューから、論理ブロックグループB→C→Dのグループキュー1800を順番に探し、最初に見つかった物理ブロック1110とそれに対応している論理ブロック1100を選択する。なければ、（4）を行なう。

【0070】（4）グループテーブルの物理ブロックグループDのグループエントリの論理ブロックグループAのグループキューから、論理ブロックグループB→C→Dのグループキュー1800を順番に探し、最初に見つかった物理ブロック1110とそれに対応している論理ブロック1100を選択する。

【0071】コピー元物理ブロック2020の消去回数と、全体の消去回数に1を加える（ステップ2820）。

【0072】次に、コピー元物理ブロック2020の物理ブロックグループ1200間の移動が必要であるかどうかを判定し（ステップ2830）、移動が必要であれば、コピー元物理ブロック2020をグループキュー1800から外して（ステップ2840）、同一論理ブロックグループ1300かつ、移動先の物理ブロックグループ1200のグループキュー1800につなぐ（ステップ2850）。移動が必要でなければ、これら2つのステップの処理は行なわない。

【0073】次にステップ2860において、ライト対象物理ブロック2010となっている物理ブロック1110をコピー先物理ブロック1110とする。コピー元物理ブロックと同一消去回数グループ1280の空き物理ブロックを新たにライト対象物理ブロック2010とする（ステップ2870）。RAM上のライトデータをライト対象物理ブロック2010にライトする（ステップ2880）。空き物理ブロックテーブル1600の、ライト対象物理ブロック2010の属する消去回数グル

ープ1280のエントリをクリアする(ステップ2890)。ステップ2900において、ライト対象物理ブロック2010を正しいグループキュー1800につなぐ。正しいとは、その物理ブロック1110が含まれる論理ブロックグループ1300と物理ブロックグループ1200に対応する、という意味である。

【0074】ここで、ホストインターフェース1020はホストコンピュータ1010にコマンド完了を報告し(ステップ2910)、あとはバックグラウンドで行う。

【0075】ステップ2920において、コピー元物理ブロック2020のデータを一旦RAM1030上に読みだし、コピー先物理ブロック2030にライトする。空き物理ブロックテーブル1600の、コピー先物理ブロック2030の属する消去回数グループ1280のエントリをクリアする(ステップ2930)。ステップ2940において、コピー先物理ブロック2030を正しいグループキュー1800につなぐ。コピー元物理ブロックを消去し(ステップ2950)、コピー元物理ブロック2020の物理ブロック番号を、空き物理ブロックテーブル1600の、コピー元物理ブロック2020の含まれる消去回数グループ1280のエントリにセットする(ステップ2960)。旧物理ブロック2000を消去し(ステップ2970)、旧物理ブロック2000の物理ブロック番号を、空き物理ブロックテーブル1600の、旧物理ブロック2000の含まれる消去回数グループ1280のエントリにセットする(ステップ2980)。

【0076】本実施例では、論理ブロック1100のライト回数を管理情報として用いたが、その代わりとして、論理ブロック1100のライト頻度(ライト回数の時間微分)を用いてもよい。ライト頻度はトータルのライト回数と同様に、ライトがあるたびに+1されるカウンタであるが、定期的(例えば、3日に一度)に0クリアするため、最近のライト回数、つまりライト頻度を表わす。

【0077】本実施例では、一つの消去回数グループにつき、一つの空き物理ブロック1120を用意したため、論理ブロック1100の2個以上のサイズのライトが来て、それが同じ物理ブロックグループ1200に属する物理ブロック1110に対応していた場合、2個目以降の物理ブロック1110へのライトは消去時間が隠蔽できないことになるが、一つの消去回数グループにつき、2個以上の空き物理ブロック1120を用意すると、上記のような場合にも、ライトをまとめて行ない、ホストコンピュータ1010にライト完了を報告し、まとめて消去するようにすれば、消去時間を隠蔽することが可能である。

【0078】次に、本発明の第2の実施例として、圧縮機能を持つ、フラッシュメモリを用いた記憶装置システ

ム1001について説明する。

【0079】図18は本実施例に係る記憶装置システム1001である。記憶装置システム1001の構成は、記憶装置システム1000に圧縮伸長装置1070を付加したものである。

【0080】本実施例においては、論理ブロック1100は圧縮の程度に応じて、1個～8個の物理ブロック1110に対応するものとする。論理ブロック1100は物理ブロック1110の8個分の大きさであり、全く圧縮できない論理ブロック1100のデータを格納するのに、8個の物理ブロック1110を必要とする。本実施例では、圧縮を考慮して、実際の物理空間の2倍の論理空間をホストコンピュータ1010からアクセスできるようにする。つまり、トータルの論理ブロック1100サイズはトータルの物理ブロック1110サイズの2倍である。また、論理ブロック1100に対応する物理ブロック1110の個数が圧縮率に応じて変化するために、第1の実施例のように、消去回数グループ1280毎に空き物理ブロック1120を用意することはせず、有効なデータの入っていない物理ブロック1110は全て空き物理ブロック1120であるように管理する。この場合、一度もライトされていない論理ブロック1100には、物理ブロック1110は対応しない。

【0081】以下、圧縮機能を導入することによって、第1の実施例と異なる点についてのみ説明する。

【0082】図19は、第2の実施例における論理ブロックテーブル1401とそのエントリ1411である。論理ブロックテーブルエントリ1411は、論理ブロックのライト回数1430、その論理ブロック1100に対応する物理ブロック個数1450、対応する8個の物理ブロック番号1421～1428の情報を持つ。

【0083】図20は、第2の実施例におけるグループテーブル1621とそのエントリ1701、及びグループキュー1800である。グループテーブル1621には、物理ブロックグループA～Gのエントリ1631～1637があり、その各エントリ1701には、各論理ブロックグループ毎のキューエントリ1710～1770がある。本実施例では空き物理ブロック1120もキュー管理する。このため、グループテーブルエントリ1701には、さらに空き物理ブロック1120のキューエントリ1780が設けられている。

【0084】リード処理では、圧縮されたデータの伸長処理が必要になる。このため、図8のステップ1910の後は、リードしたデータを伸長し、この伸長したデータをホストコンピュータ1010に転送する。

【0085】ライト処理では、ライトデータの圧縮処理が必要になる。また、ライトデータの圧縮率によって、格納に必要な物理ブロック1110数が変化することがあり、ライト対象となる空き物理ブロック1120の割り当てが複雑になる。

【0086】図21は第2の実施例におけるライト処理のメインフローチャートである。これは第1の実施例と異なる点が多いため、全て説明する。

【0087】まず、ステップ4100で、ホストインターフェース1020はホストコンピュータ1010からのライトデータをRAM1030に格納する。圧縮伸長装置1070はライトデータを圧縮する（ステップ4110）。CPU1050は圧縮されたデータを格納するのに必要な空き物理ブロック1120の個数を算出する（ステップ4120）。後述する物理ブロックグループ構成変更処理を行う（ステップ4130）。論理ブロックグループ構成変更処理を行う（ステップ2120）。CPU1050は、論理ブロックテーブル1400を調べ、ライト対象の論理ブロック1100に対応する複数の物理ブロック1110を見つけて、それらを旧物理ブロック2000とする（ステップ4150）。論理ブロックグループ移動処理を行う（ステップ2140）。物理ブロックグループ移動処理を行う（ステップ2150）。後述するライト対象物理ブロック決定処理を行なう（ステップ4180）。CPU1050は、ライト対象物理ブロック2010の中から一つを選択し、それをライト対象物理ブロック2011とする（ステップ4190）。

【0088】ステップ4200で、CPU1050は、物理ブロックテーブル1500の消去回数1530の項を調べて、ライト対象物理ブロック2011が物理ブロックグループF1260かG1270に含まれているかどうかを判定し、含まれていない場合には、ステップ4230において、後述する通常ライト処理を行う。含まれている場合には、更にCPU1050はステップ4210において、ライト対象物理ブロック2011の消去回数が1000の倍数かどうかを判定し、1000の倍数であった場合には、ステップ4220において、後述する交換ライト処理を行い、1000の倍数でなかった場合にはステップ4230で通常ライト処理を行う。

【0089】ステップ4240において、全てのライトデータをライト対象物理ブロック2010に書き込んだかどうかを判定し、ライトが完了していなければステップ4190に実行を移す。最後に後述する消去処理を行なう（ステップ4250）。

【0090】物理ブロックグループ構成変更処理は図12の物理ブロックグループ構成変更処理と較べてステップ2300の部分に変化し、次のようになる。すなわち、全消去回数に圧縮データを格納するのに必要な物理ブロック1110数を加え、平均の消去回数を算出する。

【0091】次に、ライト対象物理ブロック決定処理について説明する。

【0092】第2の実施例において、ライト対象物理ブロック2010はライトデータの圧縮率に応じて1個～

8個必要であり、また、旧物理ブロック2000の個数と異なることがある。このため、ライトデータを格納するのに必要な空き物理ブロック1120数が、旧物理ブロック2000数よりも少ない、または同じときには、旧物理ブロック2000とライト対象物理ブロック2010を1個ずつ対応させ、ライト対象物理ブロック2010を決定するのに、対応する旧物理ブロックと同程度のライト回数である空き物理ブロック1120を割り当てれば良い。しかし、そうでないときには、対応する旧物理ブロック2000が存在しないライト対象物理ブロック2010を決定するのに、ライトのあった論理ブロック1100のライト回数を調べ、そのライト回数に応じた空き物理ブロック1120を割り当てる必要がある。

【0093】このライト対象物理ブロック決定処理を、具体的に図22のフローチャートを用いて説明する。

【0094】まず、ステップ3010において、変数numを0に設定する。ステップ3020において、numに1を加える。ステップ3030において、num番めの旧物理ブロック2000があるかどうかを判定する。無い場合にはステップ3100に実行を移す。ある場合にはステップ3040において、num番めの旧物理ブロック2000の属する物理ブロックグループ1200には空き物理ブロック1120があるかどうかを判定し、あればステップ3080にジャンプする。無ければ、ステップ3050において、ライト対象論理ブロック1100は比較的ライト回数が少ない論理ブロックグループ1300に属しているかどうかを判定する。比較的ライト回数が少ない論理ブロックグループ1300とは、具体的に論理ブロックグループA1310～C1330を示す。属していれば、ステップ3060において、より消去回数の多い物理ブロックグループ1200で空き物理ブロック1120を探す。探すにあたって、できるだけnum番めの旧物理ブロック2000の属する物理ブロックグループ1200に近い物理ブロックグループ1200から探すようにする。属していなければ、ステップ3130において、より消去回数の少ない物理ブロックグループ1200で空き物理ブロック1120を探す。探すにあたって、できるだけnum番めの旧物理ブロック2000の属する物理ブロックグループ1200に近い物理ブロックグループ1200から探すようにする。ステップ3070において、空き物理ブロックが発見できたかどうかを判定し、見つかっていなければステップ3140にジャンプする。見つかっていれば、ステップ3080において、見つけた空き物理ブロック1120をnum番めのライト対象物理ブロック2010とする。

【0095】ステップ3090において、numがライトデータを格納するのに必要な空き物理ブロック1120数になっているかどうか、すなわち、必要な空き物理

ブロック1120全て確保できたかどうかを判定する。全て確保できていれば、ライト対象物理ブロック決定処理は終了し、いなければステップ3020に戻る。

【0096】ステップ3100においては、ライト対象論理ブロック1100は比較的ライト回数が少ない論理ブロックグループ1300に属しているかどうかを判定する。比較的ライト回数が少ない論理ブロックグループ1300とは、具体的に論理ブロックグループA1310〜C1330を示す。属していれば、物理ブロックグループD1240→C1230→B1220→A1210、更に、物理ブロックグループE1250→F1260→G1270の順に空き物理ブロック1120を探し、ステップ3070にジャンプする（ステップ3110）。属していなければ、物理ブロックグループA1210→B1220→C1230→D1240→E1250→F1260→G1270の順に空き物理ブロック1120を探し、ステップ3070にジャンプする（ステップ3120）。

【0097】ステップ3140においては、消去回数を問わずに、とにかく存在する空き物理ブロック1120を探し、見つければそれをnum番めのライト対象物理ブロック2010とする。ステップ3150において、空き物理ブロック1120が見つかったかどうかを判定し、見つかったらステップ3090にジャンプする。見つからないければ、ステップ3160において、ホストコンピュータ1010にライト不可能を通知し、ステップ3170においてライト処理を異常終了する。

【0098】図23は第2の実施例における通常ライト処理のフローチャートである。

【0099】まずステップ4700において、まだ書き込んでいないRAM1030上の圧縮されたライトデータの1物理ブロック分を、選択されているライト対象物理ブロック2010にライトする。このライト対象物理ブロック2010をグループキュー1800からはずし（ステップ4710）、正しいグループキュー1800につなぐ（ステップ4720）。ステップ4730において、ホストコンピュータ1010にコマンド完了を報告する。

【0100】図24は交換ライト処理のフローチャートである。

【0101】まず、ステップ4810において、グループキュー1800を見て、ライト回数の少ない論理ブロック1100に対応している消去回数の少ない物理ブロック1110を一つだけ探し、これをコピー元物理ブロック2020とする。コピー元物理ブロック2020の消去回数、全体の消去回数に1を加える（ステップ4820）。次に、コピー元物理ブロック2020の物理ブロックグループ1200間の移動が必要かどうかを判定し（ステップ4830）、移動が必要であれば、

コピー元物理ブロック2020をグループキュー1800から外して（ステップ4840）、同一論理ブロックグループ1300かつ、移動先の物理ブロックグループ1200のグループキュー1800につなぐ（ステップ4850）。移動が必要でなければ、上記の2つのステップの処理は行なわない。

【0102】次にステップ4860において、選択中のライト対象物理ブロック2010となっている物理ブロック1110をコピー先物理ブロック1110とする。コピー元物理ブロックと同一消去回数グループ1280の空き物理ブロックを新たに選択中のライト対象物理ブロック2010とする。（ステップ4870）。RAM上のライトデータをライト対象物理ブロック2010にライトする（ステップ4880）。選択中のライト対象物理ブロック2010をグループキュー1800から外して、正しいグループキュー1800につなぐ（ステップ4890）。

【0103】ここで、ホストインターフェース1020はホストコンピュータ1010にコマンド完了を報告し（ステップ4900）、あとはバックグラウンドで行う。ステップ4910において、コピー元物理ブロック2020のデータを一旦RAM1030上に読みだし、コピー先物理ブロック2030にライトする。ステップ4920において、コピー先物理ブロック2030をグループキュー1800から外して、正しいグループキュー1800につなぐ。

【0104】図25は消去処理のフローチャートである。

【0105】まずステップ3210において、旧物理ブロック2000が存在するかどうかを判定する。つまり、ある論理ブロック1100へ、上書きではなく最初のライトだったときには、その論理ブロック1100には対応する物理ブロック1110が無い場合、旧物理ブロック2000は存在しない。存在しなければステップ3240にジャンプする。存在するときには、旧物理ブロック2000を全て消去し（ステップ3220）、全ての旧物理ブロック2000をグループキュー1800から外して、正しいグループキューにつなぐ（ステップ3230）。

【0106】次にステップ3240において、交換ライト処理が行なわれたかどうかを判定する。行なわれていなければ消去処理は終了する。行なわれているときには、コピー元物理ブロック2020を全て消去し（ステップ3250）、全てのコピー元物理ブロック2020をグループキュー1800から外して、正しいグループキューにつなぐ（ステップ3260）。

【0107】

【発明の効果】本発明によれば、物理ブロック間で消去回数がばらつかないようにすることにより、従来に較べて寿命が長く、応答性能の良い、フラッシュメモリを用

いた記憶装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係る、フラッシュメモリを用いた記憶装置システムの構成例を示すブロック図である。

【図 2】論理空間と物理空間の対応関係を示す説明図である。

【図 3】物理ブロックグループの概念を示す説明図である。

【図 4】論理ブロックグループの概念を示す説明図である。

【図 5】第 1 の実施例に対応する、論理ブロックテーブルとそのエントリを示す説明図である。

【図 6】物理ブロックテーブルとそのエントリを示す説明図である。

【図 7】第 1 の実施例に対応する、空き物理ブロックテーブル、グループテーブルとそのエントリ、グループキューを示す説明図である。

【図 8】リード処理のフローチャートである。

【図 9】通常ライト処理の動作概念を示す説明図である。

【図 10】交換ライト処理の動作概念を示す説明図である。

【図 11】第 1 の実施例に対応する、ライト処理のメインフローチャートである。

【図 12】物理ブロックグループ構成変更処理のフローチャートである。

【図 13】論理ブロックグループ構成変更処理のフローチャートである。

【図 14】論理ブロックグループ移動処理のフローチャートである。

【図 15】物理ブロックグループ移動処理のフローチャートである。

【図 16】第 1 の実施例に対応する、通常ライト処理のフローチャートである。

【図 17】第 1 の実施例に対応する、交換ライト処理のフローチャートである。

05 【図 18】本発明の第 2 の実施例に係る、フラッシュメモリを用いた記憶装置システムの構成例を示すブロック図である。

【図 19】第 2 の実施例に対応する、論理ブロックテーブルとそのエントリを示す説明図である。

10 【図 20】第 2 の実施例に対応する、空き物理ブロックテーブル、グループテーブルとそのエントリ、グループキューを示す説明図である。

【図 21】第 2 の実施例に対応する、ライト処理のメインフローチャートである。

15 【図 22】ライト対象物理ブロック決定処理のフローチャートである。

【図 23】第 2 の実施例に対応する、通常ライト処理のフローチャートである。

20 【図 24】第 2 の実施例に対応する、交換ライト処理のフローチャートである。

【図 25】消去処理のフローチャートである。

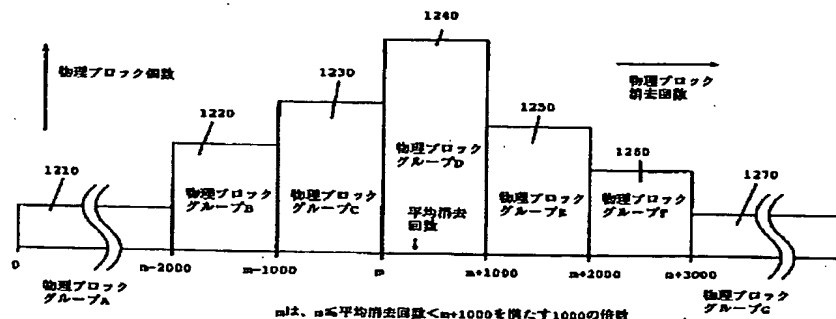
【図 26】フラッシュメモリ上のテーブル格納の様子を示す説明図である。

【符号の説明】

25 1000…記憶装置システム、1010…ホストコンピュータ、1020…ホストインタフェース、1030…RAM、1040…ROM、1050…CPU、1060…フラッシュメモリ、1400…論理ブロックテーブル、1500…物理ブロックテーブル、1600…空き物理ブロックテーブル、1620…グループテーブル、1630…グループテーブルエントリ、1800…グループキュー、1100…論理ブロック、1110…物理ブロック、1120…空き物理ブロック。

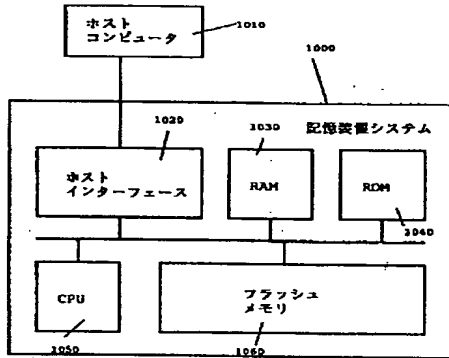
【図 3】

図 3



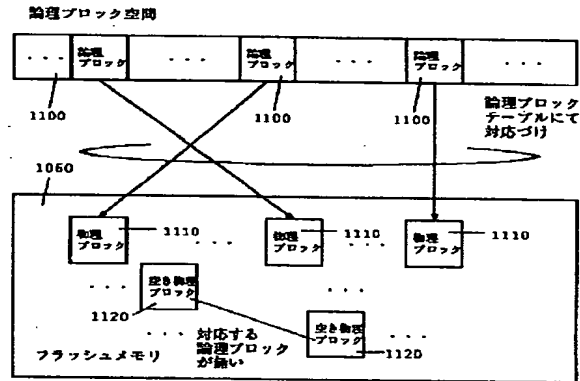
【図1】

図1



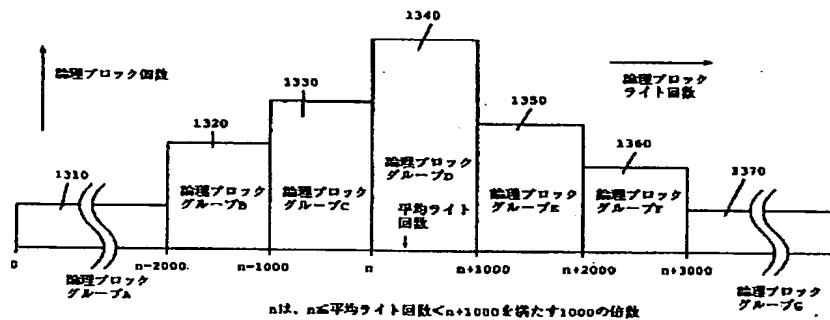
【図2】

図2



【図4】

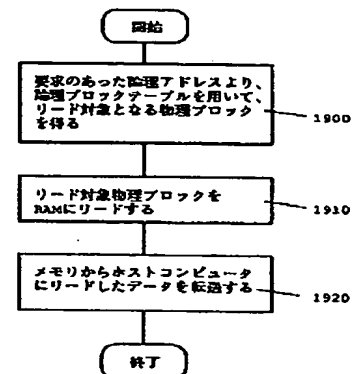
図4



【図8】

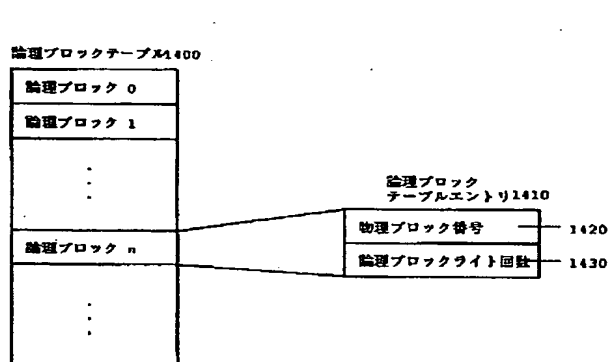
リード処理

図8



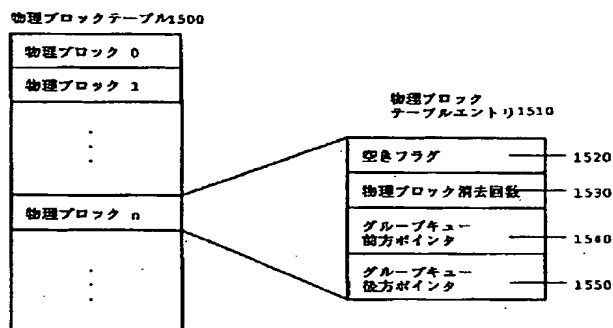
【図5】

図5



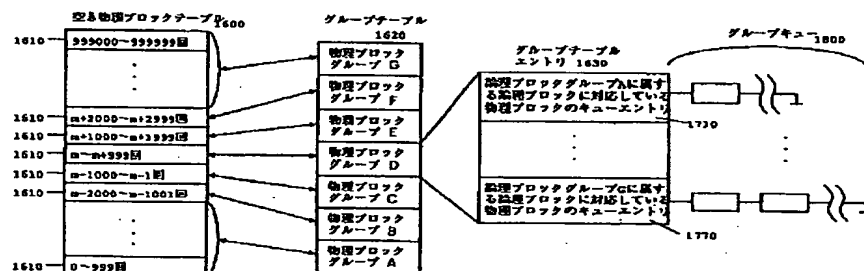
【図6】

図6



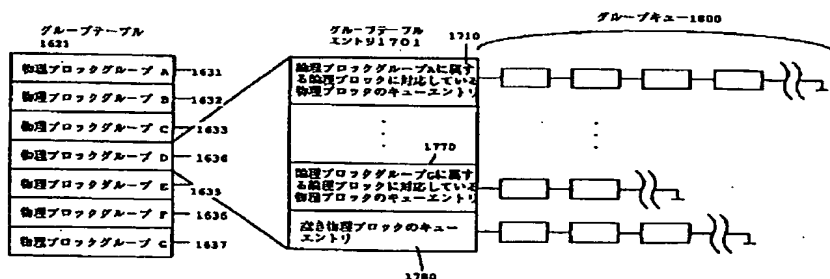
【図7】

図7



【図20】

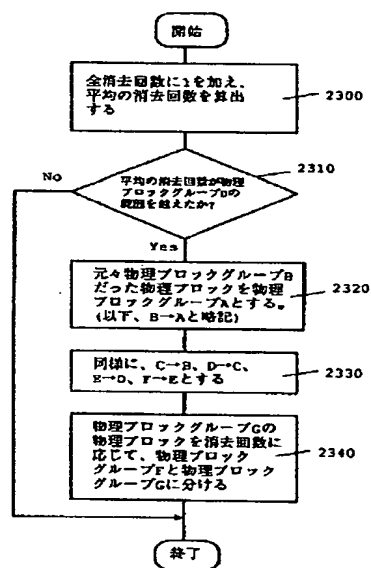
図20



【図12】

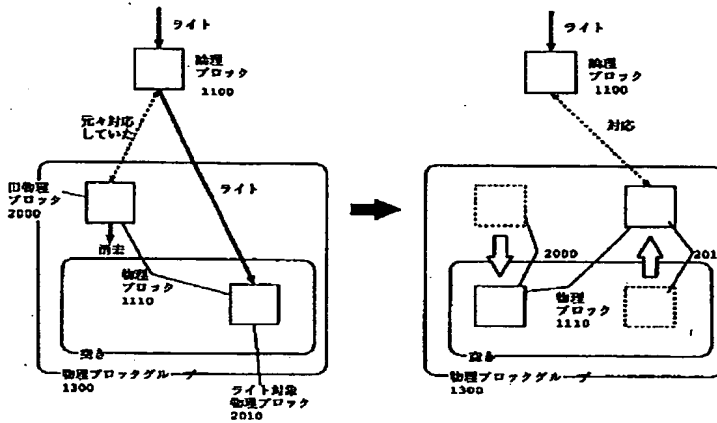
物理ブロックグループ構成変更処理

図12



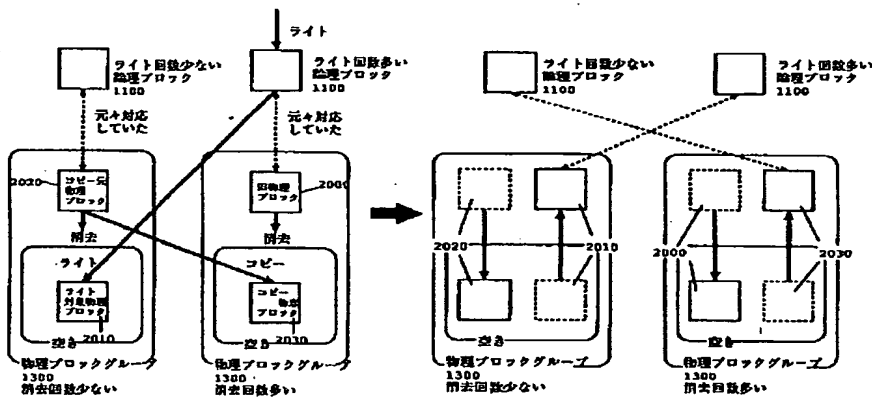
【図9】

図9



【図10】

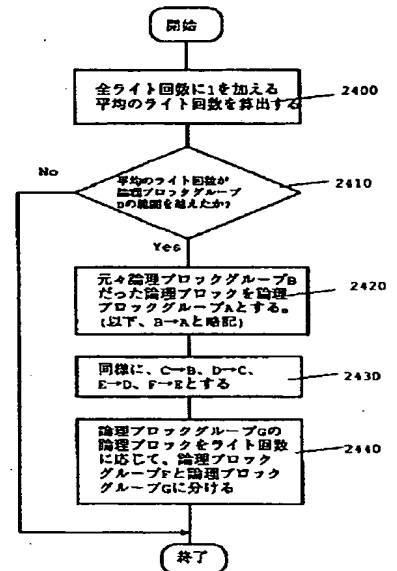
図10



【図13】

論理ブロックグループ構成変更処理

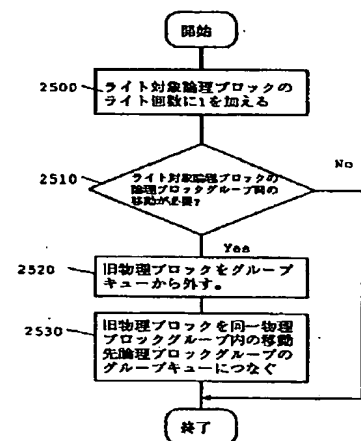
図13



【図14】

論理ブロックグループ移動処理

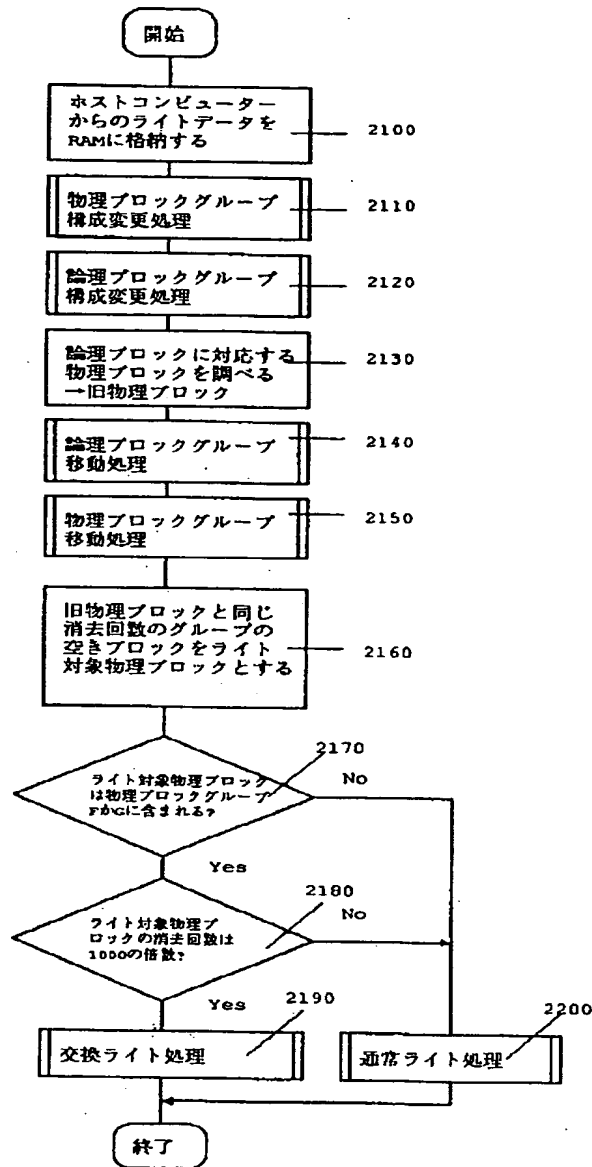
図14



【図11】

ライト処理のメインフロー

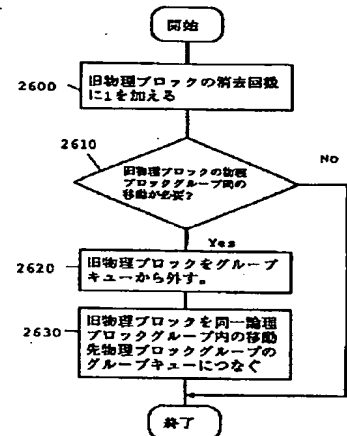
図11



【図15】

物理ブロックグループ移動処理

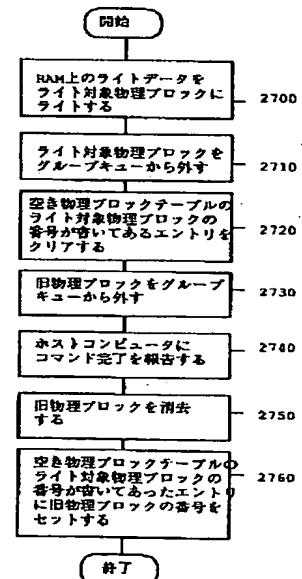
図15



【図16】

通常ライト処理

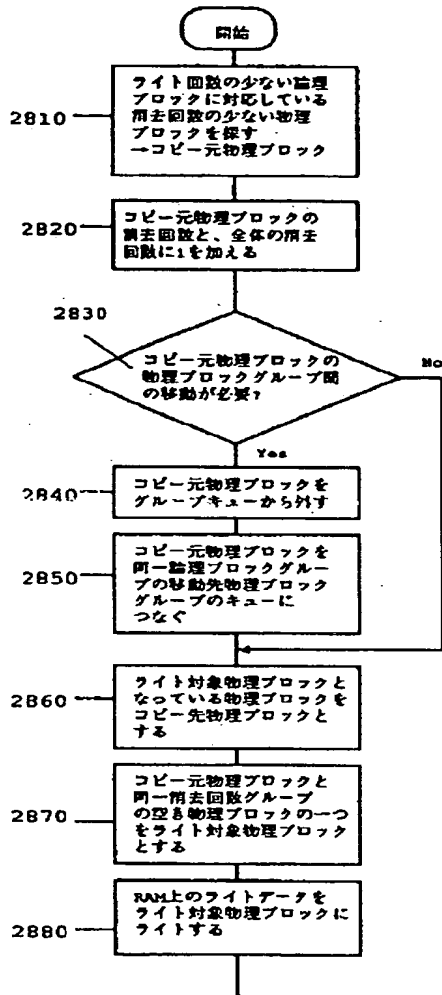
図16



【図17】

交換ライト処理

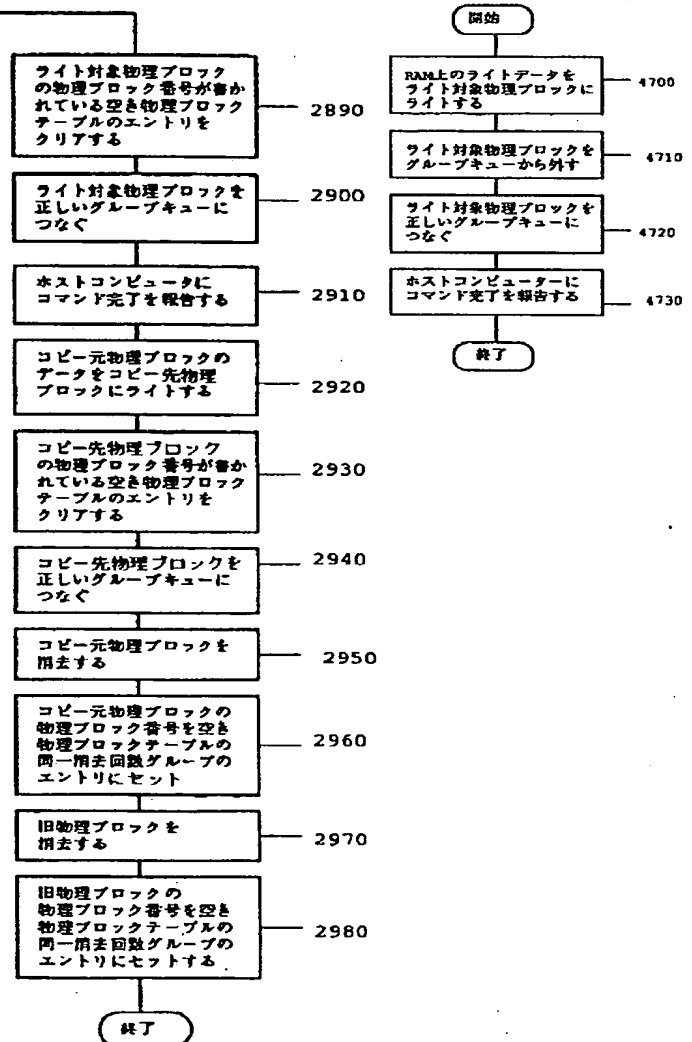
図17



【図23】

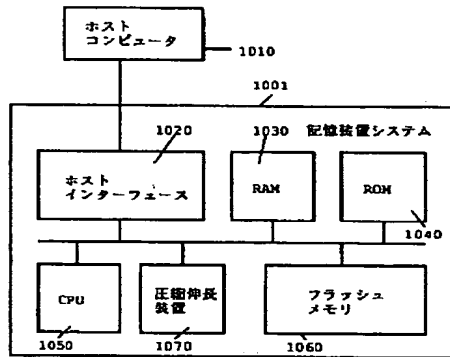
通常ライト処理

図23



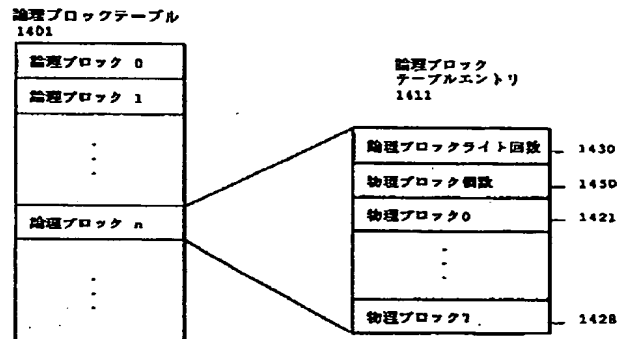
【図18】

図18



【図19】

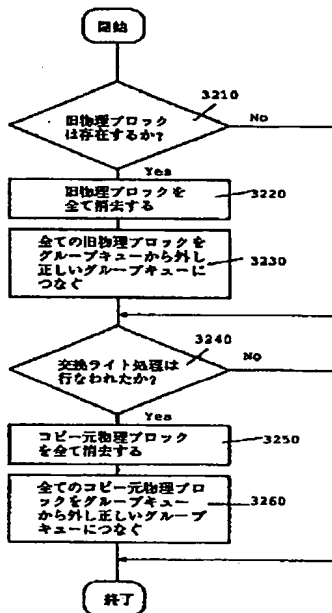
図19



【図25】

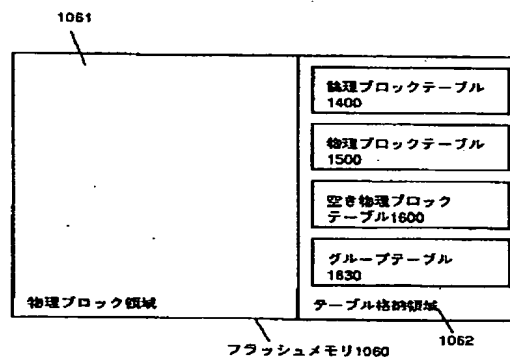
消去処理

図25



【図26】

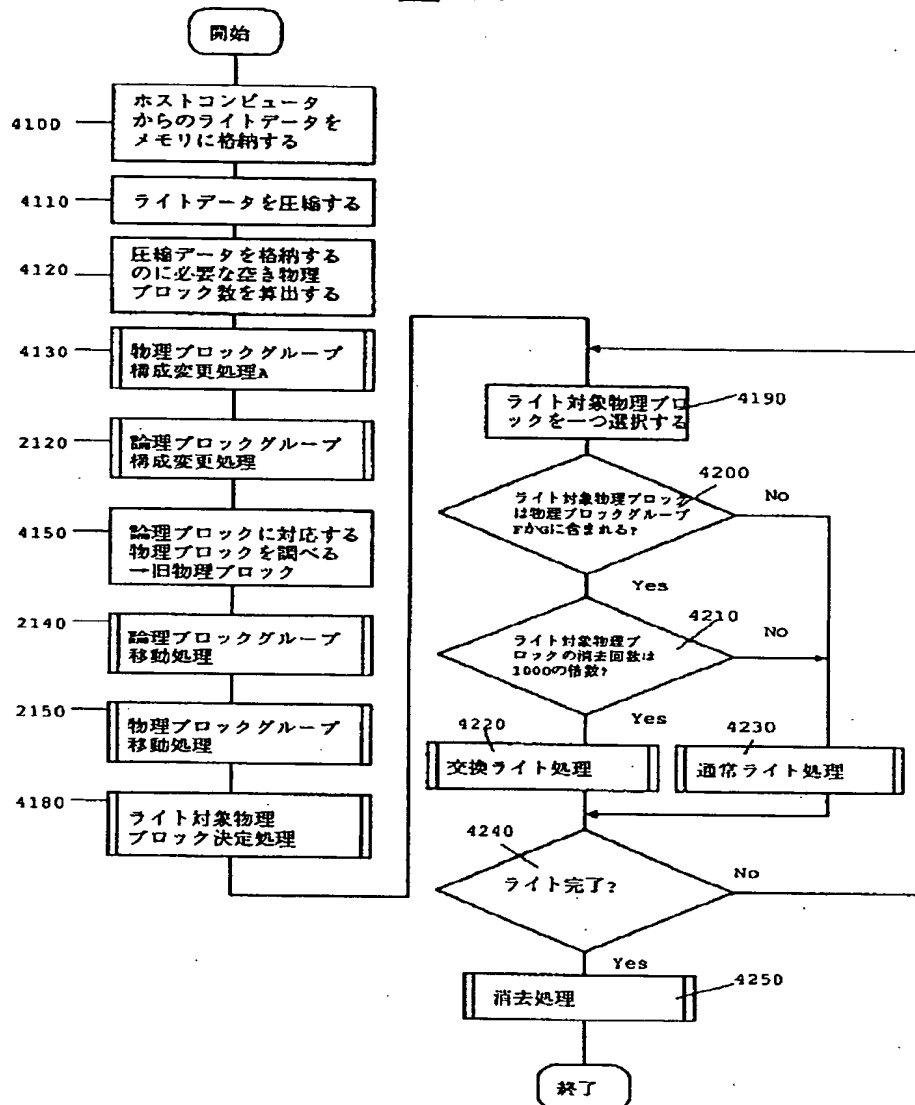
図26



【図21】

ライト処理のメインフロー

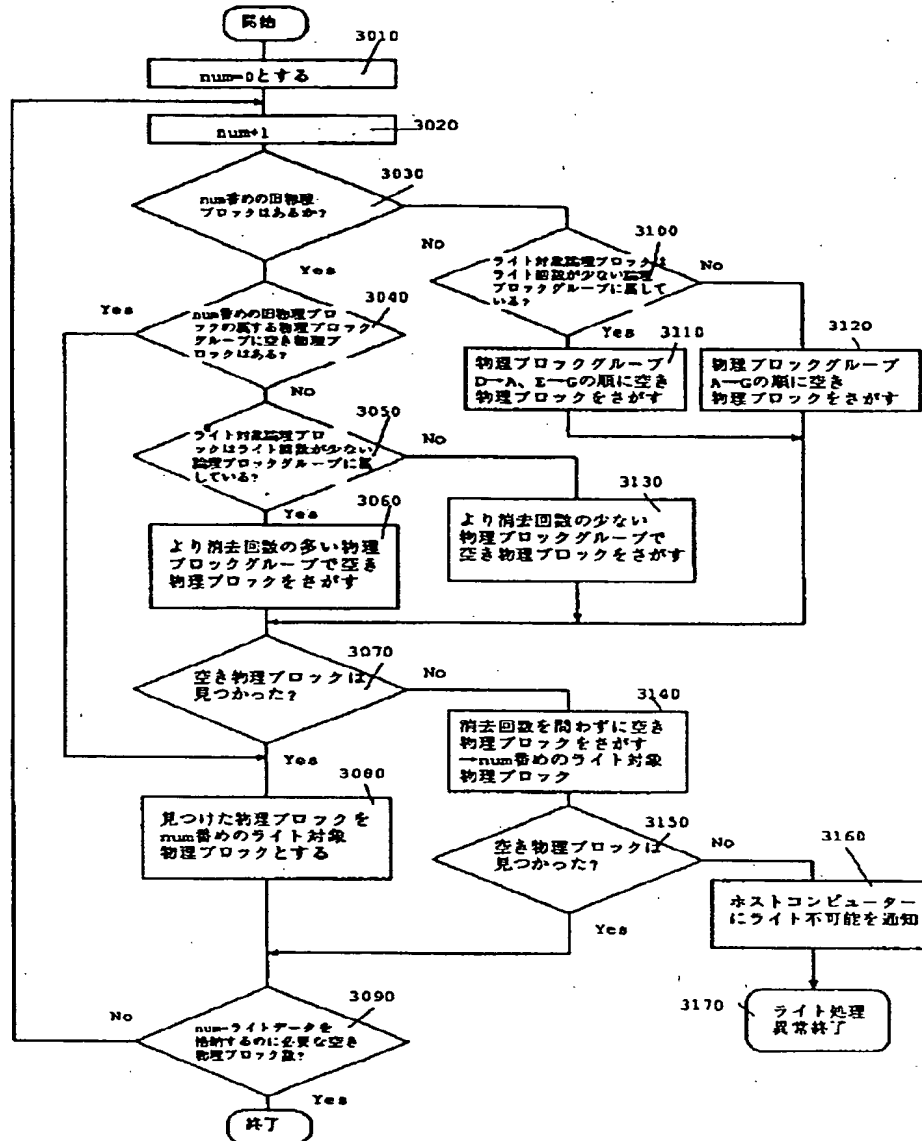
図21



【図22】

ライト対象物理ブロック決定処理

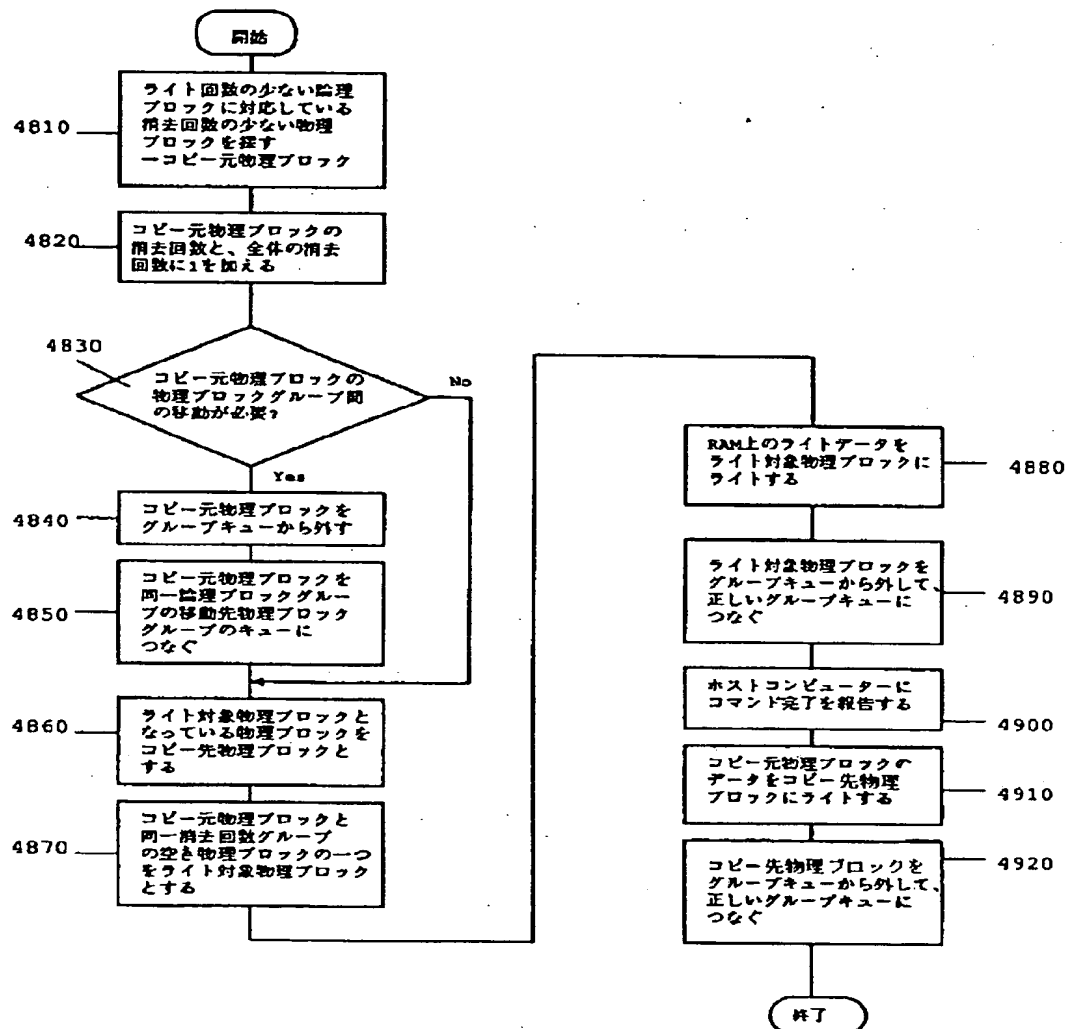
図22



【図24】

交換ライト処理

図24



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.